

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

А.М.Колотило, І.М.Чуб

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення та виконання
розрахунково-графічної роботи з дисципліни

«ОСНОВИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ»

(для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання за напрямом 0926
«Водні ресурси» спеціальності 7.092601– «Водопостачання та водовідведення»)

ХАРКІВ - ХНАМГ - 2009

Методичні вказівки до самостійного вивчення та виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання напрям 0926 – «Водні ресурси» спеціальності 7.092601 - «Водопостачання та водовідведення»)/Укл.: Колотило А.М., Чуб І.М. - Харків: ХНАМГ, 2009. - 28 с.

Укладачі: А.М. Колотило, І.М. Чуб

Рецензент: докт. техн. наук., проф. С.С. Душкін.

Рекомендовано кафедрою «Водопостачання, водовідведення та очищення вод», протокол №1 від 2.09.08 р.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Методичні вказівки призначені для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 7.092601 «Водопостачання та водовідведення».

Студентам необхідно вивчити курс відповідно до програми і тем, що наведені в цих вказівках. Для більш ґрунтовного вивчення курсу кожна тема супроводжується питаннями для самоперевірки, на які слід відповісти і ретельно проробити.

Комплексне завдання на розрахунково-графічну роботу (РГР) полягає в математичній обробці виданих вихідних даних, згідно з додатком Б, з метою вибору емпіричної залежності і її графічної інтерпретації, та написанні реферату з наукової теми. Виконання роботи передбачає застосування знань, отриманих на лекціях і при самостійному вивченні матеріалів за вказаними темами. Виконання РГР повинне сприяти розвитку теоретичного мислення у студентів, умінню відбирати й аналізувати необхідну інформацію з теми дослідження, формулювати його завдання і розробляти теоретичні передумови. Ця робота дозволяє засвоїти методи обирання емпіричних залежностей і виконувати кореляційний аналіз.

У результаті виконання роботи студент:

- опановує методи підбору емпіричних залежностей, використовуючи обчислювальну техніку;
- застосовує численні методи (наприклад метод найменших квадратів) для визначення параметрів обраного рівняння;
- вчиться виконувати кореляційний аналіз, оцінювати тісноту зв'язків і ступінь вірогідності;
- відбирає і аналізує необхідну інформацію із заданої теми наукового дослідження при написанні реферату;
- вчиться формулювати висновки дослідження.

Література, необхідна для вивчення курсу, наведена в цих вказівках.

При вивченні дисципліни студенти повинні ознайомитися з останніми досягненнями вітчизняної і закордонної науки й техніки в галузі водопостачання та водовідведення, використати матеріали періодичних видань та інтернет-ресурсу.

Для поглиблення теоретичних знань і використання їх при розв'язанні практичних завдань передбачається проведення практичних занять для обговорення доповідей за окремими темами.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- методологію наукового пізнання і мету науково-дослідних робіт;
- основи теорії планування експерименту;
- принципи розробки лабораторних і промислових установок і приладів;
- математичні методи, що використовуються в дослідженнях, ймовірно - статистичні методи досліджень, методи системного аналізу;
- методи вибору емпіричних формул і залежностей. Застосування цифрових ЕОМ для вибору емпіричних залежностей;
- способи вимірів, помилки і точності приладів, перевірку способів вимірів;
- методи графічного зображення результатів вимірів;
- нові науково-технічні досягнення у галузі водопостачання та водовідведення в Україні, інших країнах СНД і закордонних країн (Німеччина, Франція, Японія та ін.).

РОЗДІЛ 1

ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

ТЕМА 1. ПОНЯТТЯ НАУКИ. КЛАСИФІКАЦІЯ І СТРУКТУРА НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ (НДР)

Методологія науки. Система наукових знань. Етапи наукового дослідження. Формулювання проблеми та завдань дослідження. Формулювання питань для пізнання окремих аспектів проблеми. Формулювання мети й завдань дослідження. Робоча гіпотеза, її місце в дослідженнях. Елементи структури наукового дослідження. Теорія як результат науково-дослідної роботи.

Питання для самоперевірки

1. Що є основою пізнання?
2. Мета фундаментальних досліджень.
3. Сформулювати мету прикладного дослідження.
4. На що спрямовані прикладні дослідження?
5. Що є основою НДР?
6. Яку роль відіграє постановка проблеми у наукових дослідженнях?
7. Що являє собою робоча гіпотеза?
8. Яка послідовність проведення науково-дослідної роботи?

ТЕМА 2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ПОШУК. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЇ І ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАНЬ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Місце науково-технічної інформації у розвитку суспільства. Мета пошуку. Етапи пошуку. Монографія. Вивчення патентів. Послідовність підбору літературних джерел. Науково-технічна патентна інформація. Обробка науково-технічної інформації. Критичний аналіз інформації. Висновки після обробки

інформації. Актуальність і новизна теми. Останні досягнення в досліджуваній галузі.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризувати два етапи пошуку.
2. Що можна з'ясувати при вивченні монографій. Для чого вивчаються монографії?
3. План аналізу обробленого матеріалу.
4. Які загальні аспекти мають бути висвітлені у висновках після обробки матеріалів.
5. Як допомагають висновки при формулюванні мети й встановлення конкретного завдання наукового дослідження.

ТЕМА 3. ОСНОВИ НАУКОВОЇ МОВИ

Науковий текст і його основні категорії. Зв'язність, структурність, цілісність, модальність, функціонально-значеннєвий тип. Розташування значеннєвих блоків у тексті. Аналіз логіко-композиційної структури наукового тексту. Стильові типи наукових текстів, класифікація.

Академічні тексти, навчальні тексти, науково-публіцистичні тексти, науково-інформаційні тексти, навчально-наукові тексти.

Термінологія і номенклатура. Основні поняття. Системність термінології.

Робота з текстом, формування механізму поверхневого розуміння тексту.

Питання для самоперевірки

1. Основні категорії наукового тексту? Дайте пояснення тематичній і логіко-композиційній структурі наукового тексту, в чому відмінність.
2. Побудова наукової статті, розташування значеннєвих блоків наукових публікацій.
3. Охарактеризуйте п'ять типів текстових структур.

4. У чому полягає основна відмінність академічних текстів від навчальних?
5. Яка специфіка науково-публіцистичних текстів?
6. Чим відрізняються науково-інформаційні тексти?

ТЕМА 4. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основні завдання і методи теоретичного дослідження. Мета теоретичного дослідження. Системність вивчення об'єкта. Умови й вимоги. Стадія постановки завдання. Аналітична стадія. Використання математичних методів у дослідженнях. Етапи проведення теоретичних досліджень.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть завдання теоретичних досліджень.
2. Порівняйте методи розчленування і об'єднання елементів досліджуваної системи при проведенні теоретичних досліджень.
3. Загальна теорія систем, метод об'єднання.
4. Основний принцип загальної теорії систем.
5. Основний принцип вивчення об'єкта.
6. Охарактеризуйте етапи проведення теоретичних досліджень.

ТЕМА 5. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ

Основи системного аналізу. Елементи системи. Об'єкти в системі і зв'язок між ними. Сутність і принципи системного підходу. Проблеми узгодження цілей. Проблеми оцінки зв'язків у системі. Моделювання як метод системного аналізу.

Питання для самоперевірки

1. Що таке системний аналіз? Що входить у предметну область системного аналізу?
2. Які основні системні методи й процедури?
3. Етапи формулювання цілей і завдань системи.
4. Вирішення проблеми проведення експерименту в системі або над системою.
5. Головні принципи теорії систем і системного аналізу.
6. Які основні системні ресурси суспільства?
7. Поясніть поняття «елемент системи».

ТЕМА 6. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ

Поняття моделі. Класифікація моделей. Засоби моделювання. Мети і завдання моделювання. Вимоги до моделей. Способи складання математичних моделей. Емпіричний і аналітичний методи моделювання. Машинні моделі. Основні принципи створення таких моделей. Приклади математичних моделей.

Питання для самоперевірки

1. Порівняти фізичне й математичне моделювання.
2. Проаналізувати різні засоби моделювання.
3. Принципи розробки математичної моделі.
4. Можливості машинних моделей.
5. Перевірка адекватності й ідентифікація моделі.

ТЕМА 7. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Класифікація, типи і завдання експерименту. Формування цілей і завдань експерименту. Розходження експерименту за: способом формування умов; цілями дослідження; організацією проведення; структурою досліджуваних

об'єктів і явищ; за характером зовнішніх впливів на об'єкт дослідження; за характером взаємодії засобів експериментального дослідження з об'єктом дослідження; за типом моделей, досліджуваних в експерименті; контрольованими величинами; числом варіативних факторів; за характером досліджуваних об'єктів або явищ і т.п.

Питання для самоперевірки

1. Загальна оцінка експериментальних методів: достоїнства й недоліки.
2. Що є метою проведення експерименту.
3. Порівняти лабораторний і натуральний експеримент.
4. Відмінності пасивного й активного експериментів.
5. Порівняйте однофакторний і багатфакторний експеримент.
6. Розробка методики експерименту.
7. Основний принцип проведення будь-якого експерименту. Що для цього необхідно?

ТЕМА 8. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метрологія. Основні проблеми метрології. Методи виміру, абсолютні й відносні, сукупні й спільні виміри. Засоби вимірів, вимірювальні прилади. Класифікація приладів за точністю вимірів, класи точності. Вимірювальна установка (стенд). Абсолютна і відносна похибки. Чутливість приладу. Перевірка приладів. Вплив психологічних факторів на хід та якість експерименту.

Питання для самоперевірки

1. Порівняти прямі й непрямі методи виміру.
2. Відмінність сукупних і спільних вимірів.
3. Дати характеристику вимірювальним засобам.

4. Вимірювальний прилад і вимірювальна установка. У чому основна відмінність?
5. Поняття ефективності.
6. Дати характеристику абсолютної і відносної похибки.
7. Обґрунтувати необхідність проведення перевірки вимірювальних приладів. Як часто необхідно це робити?
8. Принцип порівняння при проведенні перевірки приладів.
9. Чим обумовлені систематичні і випадкові похибки

ТЕМА 9. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основи теорії випадкових помилок і методів оцінки випадкових похибок у вимірах. Кореляційний аналіз. Види кореляції. Коефіцієнт кореляції. Тіснота зв'язку. Лінійна кореляція. Нелінійна регресія. Теорія випадкових помилок. Нормальний закон розподілу. Генеральна і вибіркова сукупності чисел.

Питання для самоперевірки

1. На чому заснований аналіз випадкових похибок.
2. Основний принцип визначення широкого значення обумовленої величини при нескінченно великій кількості вимірів.
3. Визначення мінімальної кількості вимірів у експериментальних дослідженнях.
4. Охарактеризувати прямолінійну кореляцію.
5. Коли тіснота зв'язку вважається задовільною? Поясніть.

ТЕМА 10. НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ГАЛУЗІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Вивчення теми передбачає написання рефератів. Студент може обирати напрямок дослідження самостійно.

СПИСОК ТЕМ, ЩО РЕКОМЕНДУЮТЬСЯ ДЛЯ НАПИСАННЯ РЕФЕРАТІВ

(Тема може бути обрана студентом за бажанням або видана викладачем.)

1. Доочищення біологічно очищених стічних вод від біогенних речовин.
2. Безхлорна технологія підготовки питної води.
3. Методи доочищення стічних вод.
4. Методи видалення біогенних елементів.
5. Енергозбереження в системах водопостачання і водовідведення
6. Дослідження розподілу тисків у водогінній мережі методом манометричної зйомки напорів.
7. Дослідження причин зниження обмінної ємкості завантаження катіонітових фільтрів.
8. Дослідження впливу на режим роботи очисних споруд нерівномірного надходження стічних вод.
9. Розробка раціональної технології використання коагулянтів.
10. Вплив магнітної обробки води на процес накипуутворення.
11. Розробка заходів щодо боротьби з біологічним зростанням у системах оборотного водопостачання промислових підприємств.
12. Вибір і вивчення властивостей нових фільтруючих матеріалів.
13. Вивчення впливу фракційного складу фільтруючих завантажень фільтрів на режим їхньої роботи.
14. Вплив марки активованого вугілля на процес адсорбції розчинених органічних речовин зі стічних вод.
15. Вибір оптимальних характеристик роботи обладнання при очищенні води.
16. Дослідження магнітної активації іонообмінних смол.
17. Магнітно-електрична активація розчинів сульфату алюмінія.
18. Магнітна обробка води систем оборотного водопостачання.
19. Характеристика безстічних систем водопостачання і безреагентних методів очищення води.

20. Вплив магнітного поля на структуру і властивості води.
21. Вплив активованих розчинів на процеси очищення води.
22. Підвищення ефективності роботи водопідготовчих установок.
23. Застосування біогазових технологій при утилізації органічних відходів.
24. Електрохімічна технологія водопідготовки для парових котлів.
25. Утилізація відпрацьованого регенераційного розчину після натрій-катіонітних фільтрів.
26. Удосконалення елементів технологічних схем очищення стічних вод, які містять нафту.
27. Раціоналізація технологічних схем очищення багатокomпонентних стічних вод, що містять іони важких металів.
28. Комбіноване очищення природних вод із забруднених джерел.
29. Використання природних сорбентів для очищення стічних вод від іонів міді.
30. Застосування коагулянтів, флокулянтів і їхніх композицій для інтенсифікації процесу зневоднювання осаду міських стічних вод.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

«Вибір емпіричної залежності»

Мета РГР – засвоєння методів математичної обробки експериментальних досліджень. Встановлення емпіричних залежностей і визначення параметрів обраного рівняння з використанням методу найменших квадратів (МНК). Визначення ступеня вірогідності обраної залежності й виконання кореляційного аналізу.

У процесі експериментальних вимірів одержують статистичний ряд вимірів двох величин, поєднаних функцією

$$y = f(x). \quad (1)$$

Кожному значенню функції y_1, \dots, y_n відповідає певне значення аргументу x_1, x_2, \dots, x_n .

Для експериментальних даних можна підібрати алгебраїчні вирази, які називаються емпіричними формулами. У математиці емпіричними називають формули, які виходять з досвіду за допомогою спостереження і експерименту. Графічне зображення емпіричної формули складається з двох етапів:

- 1) вибір загального виду формули з деяким числом довільних (вільних) параметрів,
- 2) визначення її параметрів (параметрів апроксимації) з умов найкращої апроксимації дослідних даних.

Для прикладу розглянемо ряд експериментальних вимірів, що наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Точки по ізотермі	Номери експериментів і значення x і y ; $\frac{x}{y}$					
	1	2	3	4	5	6
A_1	$\frac{39,9}{4,9}$	$\frac{39,6}{4,7}$	$\frac{40,2}{4,7}$	$\frac{39,3}{4,75}$	$\frac{39,12}{4,8}$	$\frac{40,3}{4,75}$
A_2	$\frac{33,7}{4,6}$	$\frac{33,9}{4,5}$	$\frac{33,5}{4,5}$	$\frac{33,9}{4,4}$	$\frac{34,6}{4,5}$	$\frac{33,7}{4,5}$
A_3	$\frac{27,7}{4,2}$	$\frac{27,66}{3,95}$	$\frac{27,36}{3,97}$	$\frac{27,48}{4,0}$	$\frac{27,7}{4,0}$	$\frac{27,9}{3,9}$
A_4	$\frac{23,7}{3,8}$	$\frac{24,18}{3,6}$	$\frac{23,9}{3,7}$	$\frac{24,36}{3,76}$	$\frac{24,72}{3,8}$	$\frac{24,6}{3,86}$
A_5	$\frac{18,9}{3,3}$	$\frac{19,11}{3,3}$	$\frac{19,14}{3,4}$	$\frac{18,72}{3,35}$	$\frac{19,3}{3,37}$	$\frac{18,96}{3,24}$
A_6	$\frac{5,2}{1,3}$	$\frac{5,0}{1,3}$	$\frac{5,1}{1,4}$	$\frac{4,7}{1,37}$	$\frac{5,3}{1,42}$	$\frac{5,0}{1,36}$
A_7	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$

Точки табл. 1 отримані в результаті 6 експериментів (номери 1...6 по горизонталі). Досліджували адсорбційну здатність вугілля в рівноважних умовах. Визначали концентрації у воді і адсорбенті c і a (чисельник/знаменник кожного осередку табл. 1) в 6 пробах для кожного експерименту (точки $A_1...A_6$).

Процес сорбції зображується у вигляді залежності між поглиненою кількістю речовини в сорбенті і відповідною кількістю у розчині, та й описується функціональною залежністю $a = f(c)$. Для більш детальнішого опису необхідно:

- підібрати конкретний характер залежності;
- встановити чисельні значення параметрів (коефіцієнтів) для обраної залежності.

Для вибору конкретного характеру аналізованої залежності необхідно скористатися найбільш частими формами опису ізотерм. Рекомендується дослідження наступних залежностей:

$$y = ax + b; \quad y = \frac{a}{x} + b; \quad y = (ax + b)^{\frac{1}{2}}; \quad y = (ax + b)^{-1};$$

$$y = be^{ax}; \quad y = ba^x; \quad y = bx^a; \quad y = a \ln x + b; \quad y = x(ax + b)^{-1}.$$

Критерієм визначення емпіричної залежності за числовими даними, що найкраще описує досліджувану залежність, є максимальна величина емпіричного коефіцієнта кореляції r .

Обчислення коефіцієнта кореляції і параметрів a і b виконуємо за допомогою методу найменших квадратів [22, 23]. Відповідно до цього методу розглянуті залежності зводимо до лінійного вигляду:

$$Y = AX + B. \quad (2)$$

Наприклад візьмемо функцію виду:

$$y = \frac{ax}{1 + bx}. \quad (3)$$

Для наведеної залежності характерна наявність двох параметрів (коефіцієнти a , b). Чисельні значення коефіцієнтів для розглянутої моделі виду (3) знайдемо методом найменших квадратів (МНК) [25].

На початку вихідну форму (3), перетворимо в лінійний вигляд. Для цього проведемо певні перетворення:

$$X = \frac{1}{x}; \quad Y = \frac{1}{y} \quad (4)$$

Далі перепишемо (3) з урахуванням (4):

$$Y = \frac{1}{y} = \frac{1 + bx}{ax} = \frac{1}{a} \times \frac{1}{x} + \frac{b}{a} = \frac{1}{a} \times X + \frac{b}{a} = AX + B, \quad (5)$$

$$A = \frac{1}{a}, \quad B = \frac{b}{a} \quad (6)$$

Таким чином, вихідна функція перетворена в лінійний вигляд. Далі введемо ряд додаткових позначень:

$$X_i = \frac{I}{x_i}; \quad Y_i = \frac{I}{y_i}, \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

Одержимо значення відповідних математичних очікувань (середніх значень):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, \quad \bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i. \quad (7)$$

Після цього обчислимо ряд проміжних величин, які необхідні для одержання остаточних результатів:

$$\overline{XY} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i; \quad (8)$$

$$\bar{X}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2; \quad (9)$$

$$\Delta = \bar{X}^2 - (\bar{X})^2; \quad (10)$$

$$\Delta_A = \overline{XY} - \bar{X} \times \bar{Y}; \quad (11)$$

$$\Delta_B = \bar{X}^2 \times \bar{Y} - \overline{XY} \times \bar{X}. \quad (12)$$

Тепер коефіцієнти лінійної форми A, B визначаються в такий спосіб:

$$A = \frac{\Delta_A}{\Delta}, \quad B = \frac{\Delta_B}{\Delta}. \quad (13)$$

Застосування МНК, як, втім, і будь-якого іншого чисельного методу моделювання, припускає оцінку адекватності отриманої моделі. Під адекватністю тут розуміється міра наближення моделі й модельних значень до відповідних фактичних моделей і значень. МНК припускає для цього обчислення і оцінювання коефіцієнта кореляції r як міри згаданого наближення. У розглянутому випадку значення r обчислюємо згідно з [22, 24]:

$$r = \frac{\overline{XY} - \bar{X} \times \bar{Y}}{\sqrt{\bar{X}^2 - (\bar{X})^2} \times \sqrt{\bar{Y}^2 - (\bar{Y})^2}}; \quad (14)$$

$$\bar{Y}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2. \quad (15)$$

Оцінюючи значення r для конкретної моделі, можна зробити певні висновки щодо її адекватності. Значення r , що наближаються до нуля, будуть свідчити про фактичну незалежність (відсутності статистичного зв'язку) між

досліджуваними величинами (у цьому випадку C й a). Навпаки, значення r , близькі до одиниці, фактично будуть підтверджувати наявність істотного статистичного зв'язку між досліджуваними величинами. Чим більше значення r , тим цей зв'язок тісніше й, виходячи з цього, адекватніше конкретна модель.

Статистичну значущість отриманого коефіцієнта кореляції доцільно перевірити за допомогою одного з розповсюджених критеріїв. Виберемо для цієї мети критерій Ст'юдента [22]. Для цього обчислюємо параметр

$$\hat{t} = \frac{r\sqrt{v}}{\sqrt{1-r^2}}, \quad v = n - 2. \quad (16)$$

Умовою позитивного результату даної перевірки є виконання умови:

$$\hat{t} \leq t_{(v,p)}, \quad (17)$$

Де $v = n - 2$, n - число пар експериментальних точок;

p – довірна ймовірність, з якої приймаємо гіпотезу;

t – критерій при заданих v і p (визначаємо за табл. [22]).

Відмітимо, що для даного дослідження рівень $p = 0,95$ є задовільним.

У результаті обчислень для наведеної функції (3) у табл. 2 подані отримані значення коефіцієнта кореляції і коефіцієнти a і b .

Таблиця 2 –Результат розрахунку МНК коефіцієнта кореляції r й коефіцієнтів a і b для досліджуваної функції

Вид функції	Значення коефіцієнта кореляції, r	Коефіцієнти	
		a	b
$y = \frac{ax}{1+bx}$	0,997017114	3,021	0,138

З наведених у табл. 2 значень коефіцієнта кореляції r і коефіцієнтів a і b , можна зробити висновок про те, що для математичного опису групи точок залежність типу (3) є найбільш підходящою, а її коефіцієнти мають сенс

констант, що залежать від структури сорбенту і фізико-хімічних властивостей поглинаючої речовини.

Далі перевіримо значущість коефіцієнта кореляції для моделі обраного виду. Для цього за довідковою літературою [24] знаходимо значення t , що відповідає умовам $\nu = n - 2 = 34$, $p = 0,95$. Дане значення дорівнює 2,03. Далі обчислюємо значення критерію:

$$\hat{t} = \frac{0,996\sqrt{36-2}}{\sqrt{1-0,996^2}} = 65. \quad (18)$$

Оскільки отримане значення свідомо більше, ніж величина 2,03, можна зробити висновок про те, що з імовірністю 0,95 отриманий коефіцієнт кореляції є значущим. Це твердження додатково підтверджує адекватність отриманої моделі.

Тепер уточнимо параметри в (3). Тут y відповідає значенню концентрації в сорбенті – a , а x – концентрація в рідкій фазі c , тоді

$$a = \frac{a_{\infty}k \cdot C}{1 + k \cdot C} = \frac{a \cdot C}{1 + b \cdot C}, \quad (19)$$

де a_{∞} – гранична сорбційна ємкість, мг/г;

k – константа, що залежить від структури сорбенту й фізико-хімічних властивостей води;

c – концентрація в рідкій фазі, мг/дм³.

У результаті обчислень отримуємо значення коефіцієнтів:

$$a_{\infty} = 5.233, \quad k = 0.0458$$

Для перевірки правильності обраної функціональної залежності (3) (розрахованих коефіцієнтів) була взята на кривій точка з координатами A (35; 4,5). Підставляючи значення c у формулу (19), одержали a :

$$\frac{5.233 \times 0.0458 \times 35}{1 + 0.0458 \times 35} = 4.45,$$

що відповідає дійсності.

На рис.1 представлені експериментальні точки й обрана емпірична залежність.

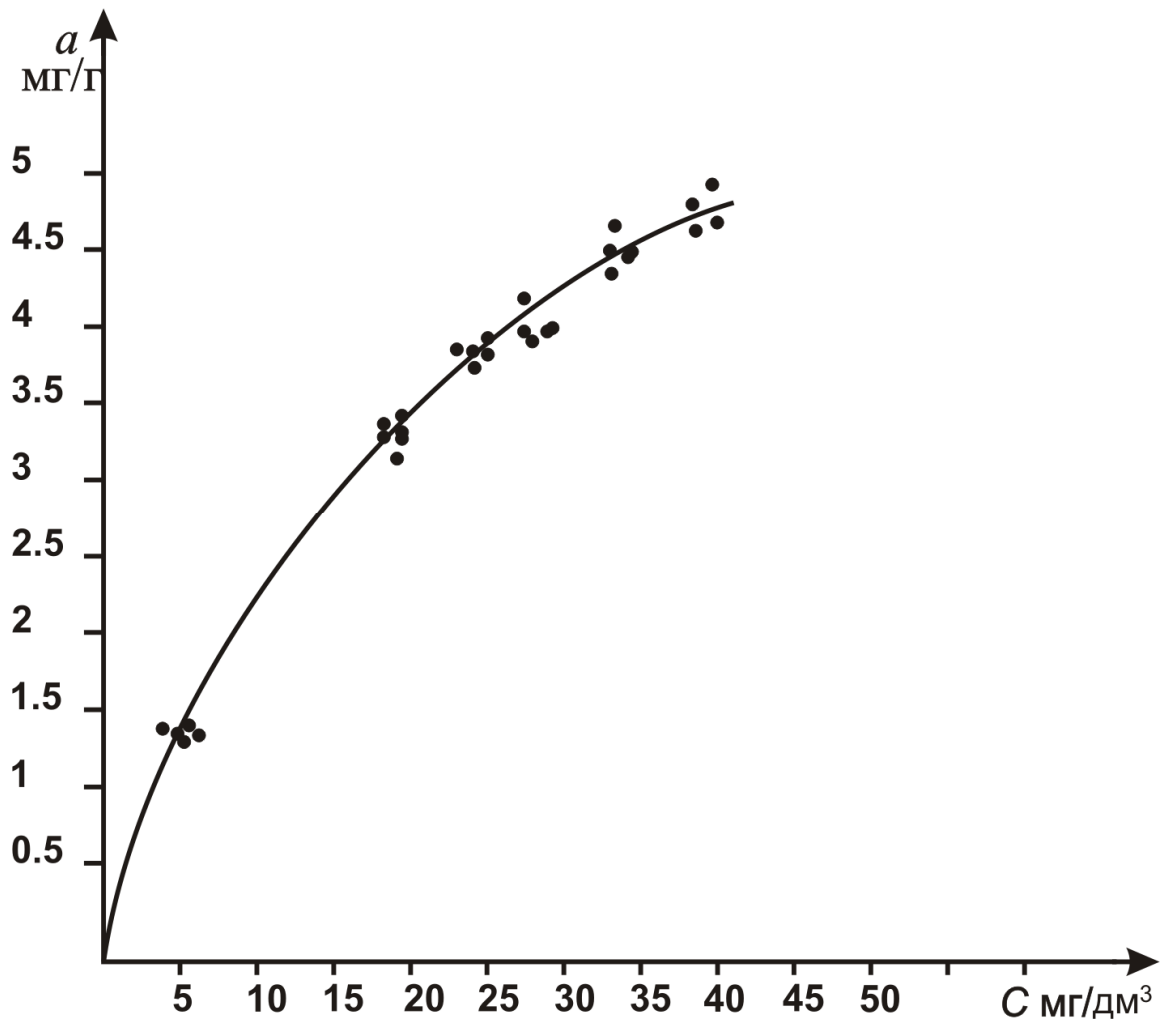


Рис. 1– Графічна побудова обраної залежності $y = \frac{ax}{1+bx}$.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1974. – 480 с.
2. Душкин С.С., Дегтерева Л.И. Водоподготовка и процессы микробиологии: Уч. пособие. – К.: Вища школа, 1987. – 167 с.
3. Кульский Л.А., Строкач П.П. Технология очистки природных вод. – К.: Вища шк., 1986. – 352 с.
4. Теоретические основы очистки воды / Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко, В.Н. Чернышов, В.Н. Маслак, Н.И. Зотов. – Макеевка: ДГАСА, 1999. – 277 с.
5. Мешенгиссер Ю.М., Марченко Ю.Г. Моделирование процесса массопередачи при аэрации воды // Водоснабжение и санитарная техника. –2000.– № 6.
6. Смирнов В.Б., Гецина Г.Н. Интенсификация работы аэротенков на станции биологической очистки сточных вод// Водоснабжение и сан техника – 1955.–№12.–С.24–25.
7. Вербицкий Г.П., Курнилович О.Б. Технология удаления азота аммонийного из сточных вод в аэротенках при использовании мелкопузырчатых полиэтиленовых аэраторов НПФ "Экополимер"// Сборник докладов международного конгресса ЭТЭВК–99. – Ялта. 1999. – С.170–172.
8. Яковлев С.В., Корнюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. – М.: Стройиздат, 1980. – 200 с.
9. Попкович Г.С., Репин Б.И. Системы аэрации сточных вод. – М.: Стройиздат, 1986 – 136 с.
10. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. – М.: Стройиздат, 1977. – 303 с.
11. Обработка и удаление осадков сточных вод. – М.: Стройиздат, 1985. – 234 с.

12. Міхейкін М.В., Орлов О.Є. Водопостачання і каналізація. – К.: Вища школа, 1974. – 142 с.
13. Таубе П.Р., Баранова А.Г. Химия и микробиология воды: Учебник для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 1983. – 280 с.
14. Эксплуатация систем канализации / Под общ. ред. В.Д.Семенюка. – К.: Будивельник, 1984.
15. Эль М.А. и др. Наладка и эксплуатация очистных сооружений городской канализации. – М.: Стройиздат, 1977.
16. Щербинин А.М. Экспериментальные исследования по биосорбционной очистке сточных вод // Вестник ТГАСУ. - 2003.- № 2. - С.36-42
17. Гуман О.М. Осадки водоподготовки, их свойства и технологии переработки (на примере города Екатеринбурга) / О.М. Гуман, М.Н. Томин. // Техногенез и экология. Информационно-тематический сборник.-Екатеринбург, 2002. – С. 47-51.
18. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод. – Киев: Наук. думка, 1983.-240с.
19. Запольский А.К. Образцов В.В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. – К.: Техника, 1989.–188с.
20. Захаров Е.И. и др. Ионообменное оборудование атомной промышленности. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 245с.
21. Романков П.Г. Фролов В.Ф. Массообменные процессы химической технологии. Л.: Химия, 1990. 380 с.
22. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: Исследование зависимостей: Справ. изд.- М.: Финансы и статистика, 1985. – 487с.
23. В.Ф. Осыка, М.С. Кравченко, С.А. Станишевский. Методы определения химического и вещественного состава донных осадков. // Материалы симпозиума ученых стран – членов СЭВ на тему «Защита вод от загрязнений». М. Изд-во секретариата СЭВ. 1990. С 9-19.

24. Румшицкий Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. Справочное пособие. - М.: Наука, 1971. - 192 с.
25. Вычислительная математика для инженеров – экологов: Методическое пособие / А.Н. Супрун, В.В. Найденко. М.: Изд-во АСВ, 1996,. – 391 с.
26. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. - М.: Химия, 1993. - 288 с.
27. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств: Уч. пособие для вузов. –М.: Высш. шк.,1991.–400 с.
28. Смирнов Н.Н., Волжинский А.И., Плесовских В.А. Химические реакторы в примерах и задачах: Уч. пособие для вузов. –СПб: Химия, 1994. – 280 с.
29. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов. – М.:Химия, 1999. – 472 с.
- 30.Голенко Д.И. Моделирование и статистический анализ псевдослучайных чисел на электронных машинах.- М.: Наука. 1965.
- 31.Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. - СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 1997. - 384 с.
- 32.Применение математических методов и ЭВМ. Вычислительные методы проектирования оптимальных конструкций / Под ред. А.Н. Останина, Минск: Высшая школа, 1989. - 280 с.
- 33.Смирнов Н.Н., Волжинский , Расчет и моделирование ионообменных реакторов.- Л.:Химия, 1984. – 217с.
- 34.Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1971. 784 с.
35. Основы научной речи: Уч. пособие / Н.А. Буре, М.В. Быстрых, С.А. Вишнякова и др.– М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 272с.
- 36.Основы научных исследований. Грушко И.М., Крутов, Попов и др.; – М.: Высш. шк., 1989. – 400 с.

ПЕРІОДИЧНІ ВИДАННЯ

1. ISSN 0204–3556. Химия и технология воды, 2000–2007, т. 22–28.
2. ISSN 1680–0613. Сорбционные и хроматографические процессы, 2000–2007, т. 1–7.
3. ISSN 0321–4044. Водоснабжение и санитарная техника 2000-2007.
4. Журнал Аналитической химии, 1998–2007, т. 58–67.
5. American Water Works Association (WWA), 2002–2007, v. 94–101.
6. Вода і водоочисні технології, 2003–2009.

ІНТЕРНЕТ-ДЖЕРЕЛА

1. <http://www.mathsoft.com>
2. WWW.purolite.com
3. WWW.ecomondo.com
4. WWW.enstorga-enteco.com
5. WWW.waterlab.ru
6. WWW.dakt.com
7. WWW.membranes.ru

Завданням на контрольну роботу - передбачаються відповіді на питання за темами для самостійного вивчення

№ п/п за списком	Номер теми									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+
2	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
3	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+
4	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
6	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+
7	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+
8	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+
9	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
10	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+
11	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
12	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+
13	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+
14	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+
15	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
17	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+
18	+	-	+		-	-	-	-	-	+
19	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+
20	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
21	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
22	-	+		+	-	-	-	-	-	+
23	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+
24	--	-	+	-	-	+	-	+	+	+
25	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+

Завдання на РГР

Необхідно підібрати емпіричну залежність, визначити її коефіцієнти і побудувати графік.

№ варіанта		Експериментальні точки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	x	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	y	10,2	6,7	5,3	4,8	4,15	3,6	2,9	2,7	1,8	0,6
2	x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	y	9,3	8,5	6,4	5,1	3,3	2,7	2,05	1,4	0,8	0,1
3	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	57,6	41,9	31,0	22,7	16,6	12,2	8,9	6,8	4,3	2,0
4	x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	y	9,2	8,1	6,8	5,3	3,9	2,7	2,1	1,3	0,5	0,1
5	x	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29
	y	57,9	42,5	31,3	22,9	16,7	12,4	8,9	6,9	4,5	1,8
6	x	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38
	y	12,3	8,4	7,3	6,5	6,0	5,2	4,7	3,0	1,5	0,5
7	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	57,6	41,9	31,0	22,7	16,6	12,2	8,9	6,8	4,3	2,0
8	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	66,3	40,5	31,4	22,5	17,7	13,4	11,6	8,3	6,1	2,7
9	x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	y	9,8	7,5	6,0	4,9	3,1	2,2	1,5	0,7	0,1	0
10	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	66,6	55,2	43,3	34,6	23,8	15,7	12,2	8,4	6,1	1,5
11	x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	y	11,2	9,8	8,3	7,1	6,4	5,2	4,1	3,3	2,1	0,5

№ варіанта		Експериментальні точки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	x	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13
	y	10,3	6,8	5,4	4,7	4,0	3,4	2,6	2,0	1,3	0,1
13	x	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
	y	9,1	7,5	6,4	5,6	4,5	3,3	2,6	1,2	0,5	0,0
14	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	58,6	43,9	32,0	23,7	17,6	13,2	9,9	7,8	5,3	3,0
15	x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	y	9,2	8,1	6,8	5,3	3,9	2,7	2,1	1,3	0,5	0,1
16	x	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29
	y	57,9	42,5	31,3	22,9	16,7	12,4	8,9	6,9	4,5	1,8
17	x	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38
	y	12,3	8,4	7,3	6,5	6,0	5,2	4,7	3,0	1,5	0,5
18	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	58,1	41,7	31,0	23,7	17,2	14,1	9,4	6,8	4,1	0
19	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	60,3	42,5	33,4	23,5	18,7	14,4	13,6	11,3	8,1	4,7
20	x	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	y	11,8	9,5	7,0	5,4	4,1	2,9	1,7	1,0	0,5	0
21	x	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
	y	67,1	56,5	44,6	31,9	24,8	16,1	13,5	8,4	3,2	0,6
22	x	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18
	y	12,1	10,3	9,7	7,3	6,2	4,2	2,7	1,5	0,8	0,1

ЗМІСТ

	стор
1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	3
РОЗДІЛ 1.....	5
2. ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ СИСТЕМ І СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ.....	5
3. ТЕМА 2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	5
4. ТЕМА 3. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	6
5. ТЕМА 4. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ МОДЕЛЮВАННЯ.....	7
6. ТЕМА 5. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	7
7. ТЕМА 6. МЕТОДИ РІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ОПТИМІЗАЦІЇ.....	8
8. ТЕМА 7. МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	8
9. ТЕМА 8. ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	9
10. ТЕМА 9 . ОСНОВИ НАУКОВОЇ МОВИ	10
11. ТЕМА10. НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ГАЛУЗІ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ.	10
СПИСОК ТЕМ РЕФЕРАТІВ.....	11
РОЗДІЛ 2.....	13
12. РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА.....	13
13. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	20
14. ДОДАТОК А.....	24
15. ДОДАТОК Б.....	25
16. ЗМІСТ.....	27

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до самостійного вивчення та виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Основи наукових досліджень» (для студентів 5 курсу денної і заочної форм навчання напряму 0926–«Водні ресурси» спеціальності 7.092601 - «Водопостачання та водовідведення»).

Укладачі: Андрій Миколайович Колотило,
Ірина Миколаївна Чуб

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2009, поз.154 М

Підп. до друку 05.05.2009	Формат 60x84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн.- друк. арк. 1,3	Облік.-вид. арк. 1,5
Замовл. №	Тираж 50 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12